

BP JÓZEF WRÓBEL SCJ

ETYCZNE ASPEKTY INŻYNIERII KOMÓRKOWEJ I TKANKOWEJ

Rozwój nauk biologicznych stwarza nowe szanse również dla medycyny, która musi odpowiadać na coraz to nowe wyzwania zdrowotne człowieka. Skutecznych metod terapeutycznych domagają się nie tylko choroby cywilizacyjne przełomu drugiego i trzeciego tysiąclecia. Służba zdrowia potrzebuje doskonalszych metod również w pokonywaniu trudności, które napotyka w leczeniu znanych już od dawna dolegliwości. Warto chociażby wspomnieć o niepożądanych skutkach ubocznych większości środków farmakologicznych, o uciążliwości dializy, o trudnościach stwarzanych dla transplantologii przez system immunologiczny czy też o niedoskonałościach i zawodności organów sztucznych.

Nadzieje na jakościowy przełom w medycynie terapeutycznej budzą zintensyfikowane ostatnio badania w zakresie tak zwanej inżynierii komórkowej i tkankowej. Technika ta w różnych formach pozwala sterować rozwojem komórek i tkanek organizmów żywych, w tym również człowieka. W dalszej perspektywie umożliwia wytwarzanie tkanek i organów o określonej specyfice, a tym samym stwarza szansę na pokonanie najpoważniejszych ograniczeń w chirurgii i transplantologii. Niniejsza publikacja ma właśnie na celu wstępną ocenę etyczną założeń tych technik.

I. INŻYNIERIA KOMÓRKOWA I TKANKOWA

Inżynieria komórkowa i tkankowa może przyjąć różną formę. Najczęściej spotykane to inżynieria genetyczna, namnażanie komórek wraz z „hodowaniem” tkanek w warunkach laboratoryjnych oraz będące ostatnio przedmiotem zintensyfikowanych eksperymentów możliwości wykorzystania komórek macierzystych (*stem cells*; *die Stammzellen*; *le cellule staminali*; *les cellules souches*) do produkcji tkanek i organów. Inżynieria genetyczna jako bardzo złożona domaga się osobnego, w miarę całościowego opracowania. W związku z tym w niniejszym artykule przedmiotem analizy będą wyłącznie dwie pozostałe metody.

1. *Namnażanie komórek*

Najprostsza, szeroko już stosowana forma inżynierii komórkowo-tkankowej, to produkcja tkanek w warunkach naturalnych. Klasycznym przykładem jest wymuszenie nawarstwiania się skóry, przede wszystkim do celów transplantacyjnych (transplantacje własnopochodne, autotransplantacje) przez jej naciąganie i tworzenie fałdów na ciele. Innym przykładem jest pobudzanie wzrostu tkanki mięśniowej przez środki hormonalne (kulturyści).

Metody będące przedmiotem niniejszych analiz polegają na biochemicznym sterowaniu rozwojem komórek, co prowadzi do wytwarzania określonych tkanek, a nawet całych organów¹. Jak to wynika z opisu D. J. Mooney'a i A. G. Mikosa, schemat takich technik jest bardzo podobny: na specjalnym rusztowaniu zbudowanym z polimerów lub kolagenu (tzn. białka, które stanowi naturalne rusztowanie dla komórek w większości tkanek) „wysiewa się” komórki, które odpowiednio odżywiane zaczynają tworzyć nową tkankę²

Bardziej zaawansowane metody wiążą się z pewnymi odkryciami w zakresie biologii i obserwacjami procesów zachodzących w kościach i naczyniach krwionośnych. Zauważono mianowicie, że komórki reorganizują się w dający się przewidzieć sposób, jeżeli oddziałuje się na nie określonymi czynnikami biochemicznymi. Jak opisują cytowani wyżej autorzy, „w 1965 roku Marshall R. Urist z University of California w Los Angeles wykazał, że

¹ Por. R. S. L a n g e r, J. P. V a c a n t i. *Przyszłość inżynierii tkankowej*. „Świat Nauki” 1999 nr 6 (94) s. 52-55.

² D. J. M o o n e y, A. G. M i k o s. *Narządy w hodowli*. „Świat Nauki” 1999 nr 6 (94) s. 30.

zwierzęta, którym wszczepiono sproszkowaną kość, wytwarzają nową tkankę kostną. Jego obserwacje doprowadziły do wyizolowania specyficznych białek, zwanych BMP (Bone Morphogenetic Proteins), odpowiedzialnych za taką właśnie aktywność tkanki kostnej oraz do ustalenia sekwencji DNA genów kodujących te białka. Wiele firm jednocześnie rozpoczęło produkcję rekombinowanych ludzkich BMP; geny kodujące te białka wprowadzono do hodowanych *in vitro* komórek ssaków i uzyskano linie komórkowe produkujące BMP. Obecnie przeprowadza się rozmaite próby kliniczne mające na celu ustalenie zdolności owych promotorów wzrostu do indukowania regeneracji tkanki kostnej. Testuje się m.in. przydatność tych związków w leczeniu skomplikowanych powypadkowych złamań kości oraz do przyspieszania regeneracji chorych tkanek okołozębowych. W firmie Creative BioMolecules w Hopkinton w Massachusetts ukończono ostatnio testy kliniczne wykazujące, że białko BMP-7 rzeczywiście przyspiesza leczenie poważnych złamań. [...] Prawdziwym wyzwaniem dla inżynierii tkankowej jest odżywianie komórek. W tkankach mających więcej niż kilka milimetrów grubości niezbędne są naczynia krwionośne dostarczające substancji odżywczych. Na szczęście Judah Folkman wykazał, że znajdujące się w organizmie komórki można nakłonić do wytworzenia nowych naczyń. Zajmując się nowotworami w Harvard Medical School's Children's Hospital, odkrył tę właściwość już 30 lat temu podczas pracy nad możliwością hamowania wzrostu komórek tworzących guzy nowotworowe. Zauważył, że rozwijający się guz wytwarza własne naczynia krwionośne dostarczające komórkom substancji odżywczych. W 1972 roku Folkman oświadczył, że zastosowanie specyficznych związków powstrzymałoby wzrost naczyń i w konsekwencji „zagłodziło” nowotwór (ten sposób walki z rakiem był najważniejszym doniesieniem 1998 roku). Świadomi, że inne cząsteczki mogą z kolei indukować rozwój naczyń (angiogenezę), Folkman i jego współpracownicy zidentyfikowali wiele czynników pobudzających lub hamujących ten proces. Wyniki ich pracy są obecnie wykorzystywane w inżynierii tkankowej. Wiele induktorów angiogenezy jest dostępnych na rynku w postaci zrekombinowanej, a doświadczenia prowadzone na zwierzętach wykazały, że owe czynniki pobudzają rozwój nowych naczyń, które mogą utworzyć połączenia omijające zatory, na przykład w tętnicy wieńcowej. Prowadzone są również na mniejszą skalę badania dotyczące podobnych zastosowań tych substancji w leczeniu ludzi. Zanim jednak zaczną się powszechnie używać leków pobudzających tworzenie się tkanek i narządów, naukowcy muszą pokonać wiele trudności. Dotąd znane są jedynie czynniki stymulujące angiogenezę i rozwój tkanki kostnej. Do

wytworzenia innych organów, takich jak wątroba, konieczne jest znalezienie specyficznych czynników odpowiedzialnych za ich rozwój, a także opracowanie metody produkcji tych substancji na większą skalę”³

Jeszcze bardziej zaawansowana metoda przewiduje możliwość pobudzania wzrostu potrzebnych tkanek i organów wprost w organizmie pacjenta. Cytowani już autorzy przedstawiają również zarys takiej techniki. Piszą oni: „Jeden z wariantów [inżynierii tkankowej] polega na umieszczeniu cząsteczki odpowiedniej substancji, takiej jak czynnik wzrostowy, w ranie lub organie wymagającym regeneracji. Związek ten pobudzałby komórki w organizmie pacjenta do migracji do tego właśnie miejsca, a następnie do przekształcenia się ich w rodzaj tkanki odpowiedni do odbudowy uszkodzenia”⁴

Nieco zmieniona wersja tej metody chce połączyć zdolności biologiczne organizmu ze wspomnianą już wyżej techniką nasiewania komórek na rusztowaniu. W tym przypadku przygotowaną wcześniej konstrukcję z wysianymi komórkami osadza się w organizmie i tutaj zaczyna się wytwarzać odpowiednia tkanka lub nawet organ, samo zaś rusztowanie ulega stopniowej degradacji. Metodę tę opracowali już w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych Joannis V. Yannas, Eugene Bell i Robert S. Langer z Massachusetts Institute of Technology, Joseph P. Vacanti z Harvard Medical School. Obecnie wykorzystuje się ją już w leczeniu pacjentów z poważnymi obrażeniami skóry i uszkodzeniami chrząstki⁵. Przynajmniej w wymiarach teoretycznych wydaje się rzeczą możliwą wyhodowanie wątroby, nerki, pęcherza moczowego, jelit czy zastawek serca.

Z przedstawioną inżynierią tkankową łączy się wielkie nadzieje na przezwycięzenie wielu ograniczeń we współczesnych ingerencjach chirurgicznych. Należy też zaznaczyć, że obok różnych wizji fantastycznych, które mogłyby stanowić ciekawy element powieści *science fiction*, nie brak też konkretnych propozycji i realnych rozwiązań. Już aktualnie wykorzystuje się w Stanach Zjednoczonych sztucznie wyhodowane tkanki. Dotyczy to między innymi wytwarzania sztucznej skóry, tkanki chrząstkowej, kostnej, ścięgien i więzadeł⁶

³ Tamże s. 30-32.

⁴ Tamże s. 30.

⁵ Por. tamże s. 30, 32, 35.

⁶ Por. L a n g e r, V a c a n t i. *Przyszłość inżynierii tkankowej* s. 52-55.

2. Komórki macierzyste

Przedstawione wyżej techniki mają swoje naturalne granice. O ile w miarę proste (przynajmniej w założeniach teoretycznych) wydaje się być wyhodowanie tkanki zbudowanej z jednego typu komórek, o tyle wielkie trudności przedstawia „wyprodukowanie” opisanymi metodami tkanek i organów złożonych z różnego typu komórek. Przykładem może być ludzka wątroba, która składa się z sześciu typów komórek poukładanych w złożoną strukturę⁷

Przewyciężenie takich trudności, jak i znaczne uproszczenie inżynierii komórkowo-tkankowej, wiąże się z komórkami macierzystymi. Powszechne jest przekonanie, że komórki te dają się przekształcić we wszystkie typy komórek tworzących tkanki⁸ O istnieniu takich komórek (totipotencjalnych) wiadano już od czasu, kiedy przebadano pierwsze etapy rozwoju ludzkiej zygoty. Wtedy zauważono, że z każdej komórki powstałej w wyniku pierwszych podziałów ludzkiego zarodka może się wykształcić nowy człowiek (proces powstawania bliźniaków jednojajowych). Z czasem odkryto, że również niezróżnicowane komórki wężła zarodkowego skupione w blastocystie podlegają stopniowo procesowi specyfikacji, dając początek różnym tkankom i organom⁹ Komórki te bywają nazywane komórkami macierzystymi zarodkowymi lub embrionalnymi (ES, ESc, *Embryo Stem Cells*)¹⁰

W wyniku dalszych prac prowadzonych przez naukowców z kilku centrów (James A. Thomson z University of Wisconsin, John D. Gearhart z Johns Hopkins University oraz zespoły z Geron Corporation z Menlo Park w Kalifornii i z University of California w San Francisco) udało się w 1998 roku wyhodować i przeprowadzić pierwsze eksperymenty z pierwotnymi komórkami zarodkowymi totipotencjalnymi¹¹ Na początku 1999 roku osiągnięto pierwsze pozytywne rezultaty w zakresie przekształcania poprzez odpowiednią stymulację biochemiczną macierzystych komórek zarodkowych w inne komór-

⁷ Tamże s. 54.

⁸ Por. R. A. P e d e r s o n. *Pierwotne komórki zarodkowe*. „Świat Nauki” 1999 nr 6 (94) s. 36-41.

⁹ Jest to dosyć złożony rozwój, który szczegółowo opisują podręczniki medycyny (por. np. K. O s t r o w s k i. *Embriologia człowieka*. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1988³ s. 55 nn.).

¹⁰ Por. J. A. T h o m s o n [i in.]. *Embryonic Stem Cell Lines Derived From Human Blastocysts*. „Science” 1998 nr 282 s. 1145-1147; G. V o g e l. *Harnessing the Power of Stem Cells*. „Science” 1999 nr 283 s. 1432-1434.

¹¹ P e d e r s o n. *Pierwotne komórki zarodkowe* s. 37.

ki. Stwierdzono też, że specyfikacją komórek macierzystych może sterować sam organizm biorcy, „zmuszając je” do przemieniania się w komórki odbudowujące tkankę uszkodzonego organu¹²

Z powodów etycznych osiągnięte sukcesy nie dawały satysfakcji większości naukowcom. Pobranie macierzystych komórek zarodkowych w sposób nieuchronny niszczy ludzką osobę na etapie rozwoju zygotalnego. Faktor ten przyczynił się do rozwoju nowego kierunku badań i odkrycia komórek macierzystych „dorosłych” (ASC – *Adult Stem Cells*), a więc żyjących i namnażających się w tkankach wykształconej już istoty, w tym również dorosłego człowieka.

Istnienie takich komórek sugerowała zdolność niektórych istot do ponownego wykształcenia utraconych organów, a także zdolność każdego organizmu do odtwarzania tkanki w procesie leczenia (np. ran, złamań kości, pęknięć chrząstek), regeneracji (np. nabłonka w jelitach, skóry itp.) czy też do produkcji krwi¹³. Komórki te bada się od mniej więcej 30 lat. W końcu w 1981 roku udało się je wyizolować w organizmie osobnika dorosłego¹⁴

Początkowo sądzono, że komórki te nie są w stanie uczynić zadość oczekiwaniom naukowców, gdyż mogą się przekształcić tylko w ograniczonym zakresie, to znaczy wyłącznie w komórki tkanki, w której bytują. Jednakże pod koniec 1998 roku naukowcy z Włoskiego Instytutu Neurologii wykazali, że również komórki macierzyste wyselekcjonowane z tkanek organizmu dojrzałego mogą stać się komórkami macierzystymi multipotencjalnymi¹⁵. Dziś już wiadomo, że takie komórki istnieją obficie w szpiku kostnym, w tłuszczu

¹² Por. np. G. N. *Życie po śmierci*. „Wiedza i Życie” 2001 nr 9 s. 7; J. S t r a d o w s k i. *Serce odbudowuje się po zawale*. [Http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600](http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600) (z 2.04.2001).

¹³ Por. P e d e r s o n. *Pierwotne komórki zarodkowe* s. 37

¹⁴ Por. np. M. L o e f f l e r, C. S. P o t t e n. *Stem Cells and Cellular Pedigrees. A Conceptual Introduction*. W: *Stem Cells*. Red. C. S. Potten. London: Academic Press 1997 s. 1-27; D. V a n D e r K o o y, S. W e i s s. *Why Stem Cells?* „Science” 2000 nr 287 s. 1439-1441.

¹⁵ Por. np. M. F. P i t t e n g e r [i in.]. *Multilineage Potential of Adult Human Mesenchymal Stem Cells*. „Science” 1999 nr 284 s. 143-147; D. L. C l a r k e [i in.]. *Generalized Potential of Adult Neural Stem Cells*. „Science” 2000 nr 288 s. 1660-1663; A. W ł o d a r s k i. *Komórki macierzyste*. [Http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=93434&dzial=01060299](http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=93434&dzial=01060299) (z 7.03.2001).

(pół kilograma tkanki tłuszczowej zawiera ich od 100 do 200 mln), w krwi pępowiny i łożyska, w mózgu¹⁶

Kolejny krok naprzód uczynili naukowcy amerykańscy (z Johns Hopkins School of Medicine, z Yale University oraz z New York University). W bieżącym roku (2001) odkryli oni w szpiku kostnym najbardziej pierwotną komórkę macierzystą, która posiada takie same zdolności przekształcania się, jak komórki macierzyste embrionów (doniosło o tym majowe wydanie czasopisma „Cell”)¹⁷

W najnowszych eksperymentach komórki macierzyste usiłuje się pozyskiwać z ludzkich zwłok. Na przykład naukowcy z Salk Institute próbują je pobierać z tkanki mózgu zmarłego człowieka (choć mogą być przekształcane w inne komórki, to świetnie nadają się do wytwarzania komórek nerwowych)¹⁸ W swoich ambitnych planach naukowcy myślą już konkretnie o kolejnym etapie. Rozpoczęli mianowicie prace nad przekształcaniem dowolnej komórki istoty dorosłej w totipotencjalną komórkę macierzystą¹⁹

II. ASPEKTY MORALNE INŻYNIERII KOMÓRKOWEJ I TKANKOWEJ

Przedstawione wyżej badania i eksperymenty stanowią nowe wyzwanie dla refleksji etycznej. Należy na wstępie podkreślić, że wyczerpująca prezentacja tej problematyki jest jak na razie niemożliwa, gdyż wiele z proponowanych rozwiązań pozostaje jeszcze ciągle w sferze teoretycznych dysput i tak do końca nie wiadomo, czy ich urzeczywistnienie będzie kiedykolwiek możliwe. Już dziś jednak można dokonać oceny moralnej zarówno samej idei naczelnej tych projektów, jak i niektórych elementów proponowanych rozwiązań, gdyż w ogólnym zarysie są one w miarę przejrzyste.

¹⁶ Por. C. E h r e n s t e i n. *Fettpolster als Reservoir für Stammzellen*. [Http://welt.de/daten/2001/04/11/041med246668.htm](http://welt.de/daten/2001/04/11/041med246668.htm) (z. 10.04.2001); R. M. K l i n e. *Krew pępowinowa – cudowny lek*. „Świat Nauki” 2001 nr 6(118) s. 20-28; A. N ö l d e c h e n. *Forscher verjüngen Hirnzellen*. [Http://welt.de/daten/2000/09/08/0908ws189712.htm](http://welt.de/daten/2000/09/08/0908ws189712.htm) (z 17.04.2001).

¹⁷ Por. A. W ł o d a r s k i. *Najbardziej pierwotna komórka macierzysta*. [Http://www.gazeta.pl/alfa/artykul.jsp?xx=262360&dzial=010600](http://www.gazeta.pl/alfa/artykul.jsp?xx=262360&dzial=010600) (z 04.05.2001).

¹⁸ Por. G. N. *Życie po śmierci* s. 7.

¹⁹ Por. P. B. *Komórki na zamówienie*. „Wiedza i Życie” 2001 nr 7 s. 5; por. także W ł o d a r s k i. *Najbardziej pierwotna komórka macierzysta*.

Każda z przedstawionych wyżej form inżynierii komórkowo-tkankowych powinna być przedmiotem osobnych analiz etycznych. Niemniej, wszystkie te analizy posiadają wspólny mianownik stanowiący podstawę analiz partykularnych. Tę wspólną podstawę stanowi prawda o człowieku. W ujęciu etyki inspiracji katolickiej prawda ta czerpie swoją treść ze Słowa Bożego zapisanego w Piśmie św., a w kategoriach powszechnych odwołuje się do ontologicznego kształtu jego natury i do jego godności osobowej.

Już pierwsze strony Pisma św. ukazują człowieka jako stworzonego przez Boga i przez Niego obdarowanego szczególną godnością. Stąd jego życie ma charakter święty i nienaruszalny. Uznawana w wymiarach uniwersalnych godność osobowa każdego człowieka nie stanowi oddzielnej czy też tylko równoległej kategorii. W najpełniejszy sposób odwołuje się ona do tego, czym Bóg go obdarowuje w akcie powołania do życia i w jego uświęceniu. Ze względu na istotową jedność natury człowieka zarówno sfera duchowa jak i cielesna uczestniczą w jego godności i podmiotowości: człowiek nie ma ducha i ciała, ale jest jednocześnie duchem i ciałem. Stąd należny mu szacunek powinien być odnoszony w równej mierze do wyrazów jego ducha, jak i do struktury cielesnej wraz z właściwymi jej funkcjami. Każdy więc akt uprzedmiotowienia tego, co konstytuuje osobę, staje się aktem jej uprzedmiotowienia.

W dalszej perspektywie z powyższych przesłanek wynika również obowiązek troski nie tylko o samo życie, ale również o jakość życia ludzkiego, czyli o zdrowie. Nie stanowi ono wprawdzie wartości najwyższej, ale jednak jedną z najbardziej fundamentalnych. Zdrowie, bowiem, odniesione do człowieka, to nie tylko sprawnie funkcjonujące struktury biologiczne jego organizmu, ale przede wszystkim zdolność do urzeczywistniania siebie w istotnych dla jego powołania wymiarach. Patrick Verspieren napisze więc, że „zdrowie człowieka to zdolność zachowania w najwyższym stopniu samostanowienia i wolności działania, a przez to przewyższania wszystkich sytuacji, które starają się osłabić jego witalność i potencjał”²⁰

Jest sprawą oczywistą, że pierwszym odpowiedzialnym za swoje zdrowie jest każdy człowiek. Troska ta nie przyjmuje też konkretnego kształtu dopiero w chwili pójścia do lekarza i poddania się leczeniu. Ochrona zdrowia wyraża się bowiem już w działaniach profilaktycznych i swoją podstawę znajduje

²⁰ *Leben, Gesundheit, Tod. W: Neue Summe Theologie. T. 2: Die neue Schöpfung.* Red. P. Eicher. Freiburg–Basel–Wien: Herder 1989 s. 282. Problem rozumienia zdrowia szeroko omawia J. Wróbel w książce *Człowiek i medycyna. Teologicznomoralne podstawy ingerencji medycznych* (Kraków: Wydawnictwo SCJ 1999 s. 137 nn.).

w higienicznym stylu życia, w odpowiednim odżywianiu się, w działaniach na rzecz środowiska naturalnego, w unikaniu zagrożeń niesionych przez różnego rodzaju używki, jak alkohol, tytoń, narkotyki itd. Nieodzowna dla ochrony zdrowia jest jednak pomoc profesjonalna, którą zapewnia służba zdrowia. Jest to pomoc, którą w rozumieniu hipokratesowym i chrześcijańskim inspirowuje głęboki humanizm, miłość braterska i solidarność międzyludzka²¹ Tej perspektywy nie może stracić służba zdrowia, mimo że we współczesnych czasach coraz większą rolę zaczyna odgrywać czynnik komercyjny (interesy firm medycznych) i utylitarystyczny (już nie tylko potrzeby pacjentów, ale także klientów specjalistycznych klinik). Tak więc jest rzeczą w pełni słuszną, że nauki medyczne rozwijają się dynamicznie, korzystają z najnowszych osiągnięć nauk pokrewnych, szukają skuteczniejszych metod, aby w coraz doskonalszy sposób przyjść z pomocą człowiekowi cierpiącemu.

1. Techniki bazujące na namnażaniu komórek

Inżynieria komórkowo-tkankowa, bazująca na namnażaniu komórek, wydaje się być łatwa do zaakceptowania z etycznego punktu widzenia. Pobranie komórek od ukształtowanej osoby, jeżeli jest czynione za jej pozwoleniem i bez zagrożenia dla jej życia i zdrowia, nie powinno budzić poważniejszych sprzeciwów. Również same doświadczenia czynione na tych komórkach wydają się wolne od poważniejszych zastrzeżeń. Wynika to z faktu, że komórki te nie mogą być utożsamiane z człowiekiem, manipulowanie nimi nie jest aktem jego uprzedmiotowienia, a ich zniszczenie też nie jest aktem jego zabicia. W końcu także wszczepianie pacjentowi w celach terapeutycznych uzyskanych omawianą metodą tkanek i organów wydaje się być rzeczą chwalebna.

Te ogólnikowe stwierdzenia domagają się jednak bardziej szczegółowych dopowiedzeń, a przede wszystkim uwzględnienia istotnych aspektów i okoliczności stosowania takich technik. Ogólnie można stwierdzić, że są one analogiczne, jak w przypadku ingerencji transplantacyjnych. Z jednej strony w grę wchodzi bowiem pobieranie komórek od konkretnego dawcy (w tym również z ludzkich zwłok), a z drugiej strony wszczepianie konkretnemu biorcy wytworzonych omawianą metodą tkanek czy organów.

²¹ Por. chrześcijańska interpretacja etosu lekarskiego: W r ó b e l. *Człowiek i medycyna* s. 195 nn.

Zgodnie z ogólnymi zasadami etycznymi normującymi przeszczepianie organów, samo pobranie komórek od człowieka może być dokonane tylko za jego przyzwoleniem (lub jego prawnych reprezentantów, gdy sam dawca jest do tego niezdolny). Jednocześnie akt taki nie może naruszyć jego integralności osobowej. Nie chodzi więc tylko o samo pobranie komórek, ale o taką ingerencję, która miałaby dla niego charakter destrukcyjny, czy to w wymiarze całościowo-osobowym, czy też tylko częściowym, czy to w wymiarze psychicznym, czy też fizycznym. Zmian identyczności osobowej nie może też wywoływać wszczepianie tkanek i organów uzyskanych omawianą techniką²²

Przedstawione wyżej uwarunkowania nie stanowią jedynych kryteriów etycznej oceny omawianych badań i opartych na nich technik. Ważne kryterium wynika także z faktu, że w tych technikach przedmiotem obróbki są komórki i tkanki ludzkie. Chociaż jako takie nie mogą być utożsamiane z człowiekiem, to jednak ze względu na ich ludzki charakter domagają się należytego uszanowania. Jeżeli wrażliwość ludzka domaga się odnoszenia z należytą czcią do ludzkich zwłok²³, to w jeszcze większym stopniu wymóg ten należy odnieść do jego żywych części. Wykorzystanie ludzkiego ciała, czy to w jego całości, czy też w jego częściach, wyłącznie jako materiału biologicznego bez należytego szacunku dla człowieka i bez jasno określonego jego dobra, jest przejawem zatracenia najgłębszej prawdy o tym, kim on jest.

Ten wymóg moralny nadaje też treść ostatniemu z podstawowych warunków etycznych. Omawiane badania i eksperymenty same w sobie mogą być uznane za moralnie obojętne. Jednak o ich wartości w konkretnym przypadku decyduje cel przyświecający pracy naukowca. Stąd omawiane działania stają się dobre, jeżeli są motywowane dobrą intencją; analogicznie stają się złe, jeżeli działający zamierza osiągnąć niemoralny cel, albo też bez proporcjonalnie ważnej racji bagatelizuje możliwość wykorzystania jego prac do

²² Więcej na ten temat zob.: W r ó b e l. *Człowiek i medycyna*. Cz. III; t e n ż e. *Teologicznomoralne podstawy przeszczepiania organów*. W: *W kręgu chrześcijańskiego orędzia moralnego. Księga Jubileuszowa poświęcona ks. prof. Antoniemu Młotkowi*. Red. M. Biskup, T. Reroń. Wrocław 2000 s. 579-597; E. S g r e c c i a. *Manuale di bioetica*. T. 1: *Fondamenti ed etica biomedica*. Milano: Vita e Pensiero 2000³ s. 673 nn., a zwł. 688-690; L. S i e p, J. S. A c h, M. Q u a n t e. *Organtransplantation*. Cz. III: *Ethisch*. W: *Lexikon der Bioethik*. T. 2. Red. W. Korff, L. Beck, P. Mikat. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 1998 s. 813-815; J. D i c h g a n s, D. R ö s s l e r. *Neurobiologie*. W: tamże s. 760-762.

²³ *Katechizm Kościoła Katolickiego*. Poznań 1994 nr 2300.

złych celów. Jeżeli jest rzeczą naganną czynić zło, to na zdecydowane odrzucenie zasługuje również każdy czyn godzący w zdrowie, życie lub godność osobową człowieka, w której w całej pełni uczestniczy jego ciało.

2. Techniki bazujące na komórkach macierzystych

Analiza etyczna technik opartych na komórkach macierzystych musi uwzględnić dwa typy tych komórek. Pierwszą grupę stanowią komórki wyselekcjonowane z tkanki osoby już ukształtowanej, czy to żyjącej, czy też zmarłej. Drugą grupę stanowią komórki pobrane z ludzkiego zarodka.

W przypadku dwóch pierwszych źródeł rolę decydującą odgrywają te same pryncypia etyczne, które przedstawiono w poprzednim punkcie. Jakościowo inne problemy są związane z technikami opartymi na komórkach macierzystych pobranych z ludzkiego zarodka. Analiza takich działań obejmuje kwestie moralne, które są właściwe dla przerywania ciąży i klonowania. Jak już wyżej podkreślono, technika ta polega na pobraniu komórek z rozwijającego się zarodka ludzkiego. Taka ingerencja w sposób nieunikniony narusza bardzo delikatną strukturę wewnętrzną zarodka, niszczy jego procesy życiowe i powoduje śmierć. Taki akt w żadnym przypadku nie może być usprawiedliwiony, gdyż jest bezpośrednim unicestwieniem ludzkiej osoby. Stąd również do pobrania komórek z ludzkiego zarodka odnosi się nauczanie Jana Pawła II wyrażone z najwyższym autorytetem w encyklice *Evangelium vitae*: „bezpośrednie przerwanie ciąży [=każde bezpośrednie zniszczenie poczętego życia ludzkiego], to znaczy zamierzone jako cel czy jako środek, jest zawsze poważnym nieładem moralnym, gdyż jest dobrowolnym zabójstwem niewinnej istoty ludzkiej”²⁴ Nieco dalej tekst encykliki zbliża się jeszcze bardziej do działań, które są przedmiotem prowadzonych tutaj analiz. Ojciec Święty pisze: „Ocena moralna przerywania ciąży dotyczy także nowych form zabiegów dokonywanych na embrionach ludzkich, które chociaż zmierzają do celów z natury swojej godziwych, prowadzą nieuchronnie do zabicia embrionów. [...] Na potępienie moralne zasługuje także praktyka wykorzystywania embrionów i płodów ludzkich jeszcze żywych – czasem «wyprodukowanych» specjalnie w tym celu w drodze zapłodnienia w probówce – już to jako «materiału biologicznego» do wykorzystania, już to jako źródła organów lub tkanek do przeszczepów, służących leczeniu niektórych chorób. W rzeczy-

²⁴ Nr 62. Por. także Kongregacja Nauki Wiary. Deklaracja o przerywaniu ciąży *Quaestio de abortu*. Rzym 1974.

wistości zabójstwo niewinnych istot ludzkich, nawet gdy przynosi korzyść innym, jest aktem absolutnie niedopuszczalnym”²⁵

Techniki wykorzystujące zarodkowe komórki macierzyste w celach terapeutycznych zakładają jednocześnie klonowanie człowieka. Zależność ta wynika z zasad funkcjonowania systemu immunologicznego człowieka. System ten odrzuca każde obce ciało, którego struktura białkowa jest inna, niż własna (konkretnie: inna struktura obecnych na powierzchni wszystkich komórek jądrazystych cząstek glikoprotein)²⁶ Stąd fenomen odrzucania obcych implantów i konieczność stosowania po transplantacji bardzo ryzykownych w skutkach ubocznych zabiegów blokowania tego systemu przez środki immunosupresyjne²⁷ Przeszkodę tę można pokonać na dwa sposoby. Pierwszy polega na wszczepianiu komórek, tkanek lub organów pobranych od dawcy posiadającego antygeny HLA (*Human Leucocyte Antigens*) przynależące do tej samej lub zbliżonej grupy. W praktyce trudno jest jednak znaleźć w społeczeństwie dawcę spełniającego taki warunek. Naturalny sposób przezwyciężenia tej bariery to przeniesienie transplantu między bliźniakami homozygotycznymi, u których zgodność komórkowa i antygenowa jest pełna. Wiadomo jednak, że w społeczeństwie żyje niewiele takich bliźniąt. W tej sytuacji naukowcy wpadli na pomysł ich „produkowania” na drodze klonowania. Właśnie komórki macierzyste pobrane z zarodków-klonów danego pacjenta stwarzają możliwość wytworzenia najodpowiedniejszych dla niego tkanek i organów.

Na negatywną ocenę moralną technik wykorzystujących komórki macierzyste zarodkowe składa się więc nie tylko fakt niszczenia w tych eksperymentach ludzkich embrionów, ale również niemoralność samego klonowania człowieka. Akt taki jest ze swej natury ciężkim występkiem przeciwko godności człowieka, co oznacza, że nie może być usprawiedliwiony żadnymi racjami dobroczynnymi, w tym również utylitarnymi. Kwalifikacja ta wynika bezpośrednio, a także pośrednio, z chrześcijańskiego rozumienia powołania rodzicielskiego małżonków oraz z oceny prokreacji technicyzowanej. Czynniki

²⁵ J a n P a w e ł II. Encyklika *Evangelium vitae* nr 63. Por. także prezentację tegoż zagadnienia odniesioną bezpośrednio do problemu wykorzystania w naukach biologicznych i w medycynie komórek macierzystych zarodkowych: Pontificia Academia Pro Vita. *Dichiarazione sulla produzione e sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali embrionali umane*. Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana 2000.

²⁶ Por. P. W o l f [i in.]. *Transplantacja narządów*. Wrocław: Wyd. Volumed 1993 s. 1-19.

²⁷ Por. tamże s. 26-27

dodatkowo obciążający klonowanie z punktu widzenia moralnego stanowią elementy samej procedury technicznej. Ocena ta wraz z jej uzasadnieniem pojawiła się już w kilku wypowiedziach Magisterium Kościoła²⁸ Problem ten warto jednak omówić bardziej szczegółowo w osobnej publikacji.

BIBLIOGRAFIA

1. Źródła

- J a n P a w e ł II: Encyklika *Evangelium vitae*. Rzym 1995.
- Kongregacja Nauki Wiary: Deklaracja o przerywaniu ciąży *Quaestio de abortu*. Rzym 1974.
- Kongregacja Nauki Wiary: Instrukcja o szacunku dla rodzącego się życia ludzkiego i o godności jego przekazywania. Odpowiedzi na niektóre aktualne zagadnienia *Donum vitae*. Rzym 1987.
- Pontificia Academia Pro Vita: Dichiarazione sulla produzione e sull'uso scientifico e terapeutico delle cellule staminali embrionali umane. Città del Vaticano: Libreria Editrice Vaticana 2000.
- Pontificia Academia Pro Vita: Refleksje na temat klonowania. W: *W trosce o życie. Wybrane dokumenty Stolicy Apostolskiej*. Tarnów: Wyd. Biblos 1998 s. 634-640.
- Pontificia Accademia per la Vita: Cellule staminali umane autologhe e trasferimento di cucléo. *Aspetti scientifici ed etici*. „L'Osservatore Romano” (IT) 141:2001 nr 3(42641) s. 6.
- Die Deutschen Bischöfe: *Der Mensch: sein eigener Schöpfer? Wort der Deutschen Bischofskonferenz zu Fragen von Gentechnik und Biomedizin*. Bonn 2001.
- Katechizm Kościoła Katolickiego. Poznań: Pallottinum 1994.

²⁸ Ważniejsze wypowiedzi Magisterium Kościoła w tej materii pochodzą już z czasu pontyfikatu pap. Piusa XII, Jana XXIII i Pawła VI (por. J. W r ó b e l. *Inseminacja sztuczna*. W: *Encyklopedia Katolicka*. T. 7. Red. S. Wielgus [i in.]. Lublin 1997 kol. 266-268). Aktualne wypowiedzi to: J a n P a w e ł II. Encyklika *Evangelium vitae*, np. nr 14; Kongregacja Nauki Wiary. Instrukcja *Donum vitae*; Pontificia Academia Pro Vita. *Refleksje na temat klonowania*. W: *W trosce o życie. Wybrane dokumenty Stolicy Apostolskiej*. Tarnów: Wyd. Biblos 1998 s. 634-640; Pontificia Accademia per la Vita. *Cellule staminali umane autologhe e trasferimento di cucléo. Aspetti scientifici ed etici*. „L'Osservatore Romano” (IT) 141:2001 nr 3(42641) s. 6; Die Deutschen Bischöfe. *Der Mensch: sein eigener Schöpfer? Wort der Deutschen Bischofskonferenz zu Fragen von Gentechnik und Biomedizin*. Bonn 2001.

2. Opracowania

- Clark e D. L. [i in.]: Generalized Potential of Adult Neural Stem Cells. „Science” 2000 nr 288 s. 1660-1663.
- Dichgans J., Rössler D.: Neurobiologie. W: Lexikon der Bioethik. T. 2. Red. W Korff, L. Beck, P Mikat. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 1998 s. 760-763.
- Ehrenstein C.: Fettpolster als Reservoir für Stammzellen. [Http://welt.de/daten/2001/04/11/041med246668.htm](http://welt.de/daten/2001/04/11/041med246668.htm) (z. 10.04.2001).
- [G. N.]: Życie po śmierci. „Wiedza i Życie” 2001 nr 9 s. 7.
- Kline R. M.: Krew pępowinowa – cudowny lek. „Świat Nauki” 2001 nr 6(118) s. 20-28.
- Langer R. S., Vacanti J. P. Przyszłość inżynierii tkankowej. „Świat Nauki” 1999 nr 6 (94) s. 52-54.
- Loeffler M., Potten C. S. Stem Cells and Cellular Pedigrees. A Conceptual Introduction. W: Stem Cells. Red. C. S. Potten. London: Academic Press 1997 s. 1-27.
- Money D. J., Mikos A. G.: Narządy w hodowli. „Świat Nauki” 1999 nr 6 (94) s. 30-35.
- Nöldchen A.: Forscher verjüngen Hirnzellen. [Http://welt.de/daten/2000/09/08/0908ws189712.htm](http://welt.de/daten/2000/09/08/0908ws189712.htm) (z 17.04.2001).
- Ostrowski K.: Embriologia człowieka. Warszawa: Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich 1988³
- [P. B.]: Komórki na zamówienie. „Wiedza i Życie” 2001 nr 7 s. 5.
- Pederson R. A.: Pierwotne komórki zarodkowe. „Świat Nauki” 1999 nr 6(94) s. 36-41.
- Pittenger M. F. [i in.]: Multilineage Potential of Adult Human Mesenchymal Stem Cells. „Science” 1999 nr 284 s. 143-147.
- Sgreccia E.: Manuale di bioetica. T. 1: Fondamenti ed etica biomedica. Milano: Vita e Pensiero 2000³
- Siepl L., Ach J. S., Quanté M.: Organtransplantation. Cz. 3: *Ethisch*. W: Lexikon der Bioethik. T. 2. Red. W Korff, L. Beck, P Mikat. Gütersloh: Gütersloher Verlagshaus 1998 s. 813-815.
- Stradowski J.: Serce odbudowuje się po zawale. [Http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600](http://gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=204484&dzial=010600) (z 2.04.2001).
- Thomson J. A. [i in.]: Embryonic Stem Cell Lines Derived From Human Blastocysts. „Science” 1998 nr 282 s. 1145-1147.
- Van Der Kooy D., Weiss S.: Why Stem Cells? „Science” 2000 nr 287 s. 1439-1441.
- Verspieren P. Leben, Gesundheit, Tod. W: Neue Summe Theologie. T. 2: Die neue Schöpfung. Red. P Eicher. Freiburg–Basel–Wien 1989 s. 275-305.
- Vogel G.: Harnessing the Power of Stem Cells. „Science” 1999 nr 283 s. 1432-1434.
- Włodarski A.: Komórki macierzyste. [Http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=93434&dzial=01060299](http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=93434&dzial=01060299) (z 7.03.2001).

- W ł o d a r s k i A.: Najbardziej pierwotna komórka macierzysta. [Http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=262360&dzial=010600](http://www.gazeta.pl/alfa/artukul.jsp?xx=262360&dzial=010600) (z 04. maja 2001).
- W o l f P [i in.]: Transplantacja narządów. Wrocław: Wyd. Volumed 1993.
- W r ó b e l J.: Człowiek i medycyna. Teologicznomoralne podstawy ingerencji medycznych. Kraków 1999.
- W r ó b e l J.: Inseminacja sztuczna. W: Encyklopedia Katolicka. T. 7 Red. S. Wielgus [i in.]. Lublin: TNKUL 1997 kol. 266-268.
- W r ó b e l J.: Teologicznomoralne podstawy przeszczepiania organów. W: W kręgu chrześcijańskiego orędzia moralnego. Księga Jubileuszowa poświęcona ks. prof. Antoniemu Młotkowi. Red. M. Biskup, T. Reroń. Wrocław 2000 s. 579-597.

ETHICAL ASPECTS OF CELL AND TISSUE ENGINEERING

S u m m a r y

The development of biological sciences creates new chances for medicine. Hopes for qualitative breakthrough in therapeutic actions are aroused by development of cell and tissue engineering. Two methods are the subjects of analysis here. One of them consists in 'sowing' cells and stimulating their development. The other one uses the possibilities created by the properties of stem cells.

In general, ethical evaluation of the former method involves the use of the same principles that regulate transplantation of organs, as the method consists in taking cells or tissues from the donor, and then transplanting them to another human being.

Evaluation of the latter method has to take into consideration two types of stem cells. The first group is constituted by cells selected from the tissue of a person who is already formed. In this case the same principles should be used that regulate tissues and organs transplantation. The second group is made up by cells taken from human embryo. Such actions are always immoral, as from their nature they assume the cloning of a man and destruction of a human embryo. In consequence, also methods based on embryo stem cells are immoral.

Translated by Tadeusz Karłowicz

Słowa kluczowe: inżynieria komórkowa, inżynieria tkankowa, komórki macierzyste, klonowanie, etyka medyczna, bioetyka.

Key words: cell engineering, tissue engineering, stem cells, cloning, medical ethics, bioethics.